

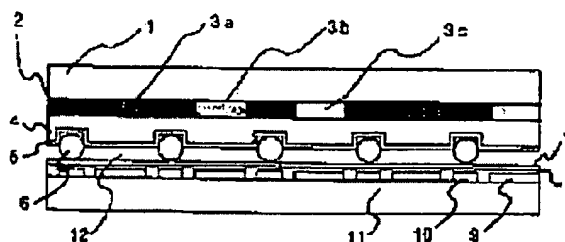
LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Patent number: JP2000235188
Publication date: 2000-08-29
Inventor: AKIMARU SUSUMU; OKISHIRO KENJI; ABE
HIDETOSHI; TOMIOKA YASUSHI; KONDO KATSUMI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: G02F1/1335; G02F1/1339; G02F1/13; (IPC1-7):
G02F1/1339; G02F1/1335
- european:
Application number: JP19990038171 19990217
Priority number(s): JP19990038171 19990217

Report a data error here

Abstract of JP2000235188

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device of high contrast without leaking light or alignment failure and to provide a fast-responding liquid crystal display device. **SOLUTION:** This liquid crystal display device consists of a pair of substrates 11 at least one of which is transparent, liquid crystal layer held between the pair of substrates 11, electrode group formed on at least one of the pair of substrates 11 to apply an electric field on the liquid crystal layer 12, alignment film to control the alignment of the liquid crystal layer 12, and optical means which has a spacer to control the thickness of the liquid crystal layer 12 and which changes its optical characteristics based on the aligned state of molecules in the liquid crystal layer 12. In this device, the spacer having a larger particle size than the thickness of the liquid crystal layer 12 is used and fixed in recesses formed in a nonpicture part.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-235188

(P2000-235188A)

(43)公開日 平成12年8月29日(2000.8.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 2 F	1/1339	5 0 0	2 H 0 8 9
	1/1335	5 0 0	2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-38171

(22)出願日 平成11年2月17日(1999.2.17)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 秋丸 進

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 沖代 寛次

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

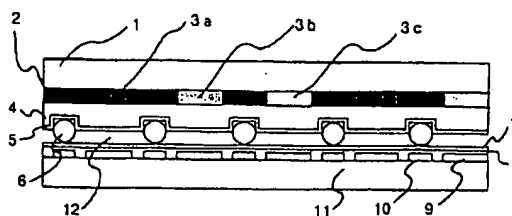
(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】光漏れや配向不良の無い高コントラストな液晶表示装置及び高速応答の液晶表示装置を提供する。

【解決手段】少なくとも一方が透明である一对の基板と、その一对の基板が挟持した液晶層と、一对の基板の少なくとも一方の基板に形成され、液晶層に電界を印加するための電極群と、液晶層の配向制御を行う配向膜と、液晶層の間隔を制御するスペーサを有し、液晶層の分子配向状態に応じて光学特性を変える光学手段とからなる液晶表示装置において、液晶層の間隔より大きな粒径のスペーサを用い、且つ非画像部に設けた凹部に固定したことを特徴とする液晶表示装置。

図 1



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方が透明である一対の基板と、その一対の基板が挟持した液晶層と、前記一対の基板の少なくとも一方の基板に形成され、前記液晶層に電界を印加するための電極群と、前記液晶層の配向制御を行う配向膜と、前記液晶層の間隔を制御するスペーサを有し、前記液晶層の分子配向状態に応じて光学特性を変える光学手段とからなる液晶表示装置において、使用する前記スペーサの直径が液晶層の間隔より大きく、且つ前記スペーサが非画素領域である遮光部に固定される液晶表示装置。

【請求項2】前記遮光部に凹部設け、前記凹部に前記スペーサを固定する請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】少なくとも一方が透明である一対の基板と、その一対の基板が挟持した液晶層と、前記一対の基板の少なくとも一方の基板に形成され、前記液晶層に電界を印加するための電極群と、前記液晶層の配向制御を行う配向膜と、前記液晶層の間隔を制御するスペーサとを有する液晶表示装置において、前記液晶層の間隔が前記スペーサの直径よりも小さくなるように非画素部である遮光部に凹部を形成した液晶表示装置。

【請求項4】前記遮光部に設けた前記凹部は、曲率を有した凹部であることを特徴とする請求項1、2又は3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記遮光部に設けた前記凹部は、光及び熱硬化型樹脂膜からなることを特徴とする請求項1、2又は3に記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記凹部は、フォトリソグラフィ工程により形成されたことを特徴とする請求項1、2又は3に記載の液晶表示装置。

【請求項7】前記スペーサは基板に散布したのち機械的振動、静電気力、風力若しくは液体の表面張力によって前記凹部に固定された請求項1、2又は3に記載の液晶表示装置。

【請求項8】前記スペーサは分散装置より塗出されて、前記凹部に固着された請求項1又は3に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置の表示は、基板間に挟まれた液晶層の液晶分子に電界を加えることにより液晶分子の配向方向を変化させ、それにより生じる液晶層の光学特性の変化により行われる。

【0003】従来の液晶表示装置は、数 μm ～数十 μm の液晶層の厚さを一定に保つため基板間にスペーサを配置していた。スペーサにはシリカやポリマー等のビーズ

と称する真球を用いている。スペーサビーズを散布する方法としては、特開平4-223443号公報に代表されるようなスピナーによる方法やセミドライ及びドライ方式が知られている。これらの方法ではスペーサビーズは基板全面に画素部、非画素部に関係なく一様に散布される。このため、画素部に散布されたスペーサビーズの周囲の液晶配向の乱れによる表示不良が発生し、コントラストの低下を招いている。ノーマリークローズ型では初期配向状態で暗レベルを現わすため、スペーサビーズ周囲の光漏れによる表示不良の影響は大きい。このため、画素領域を避けて非画素領域でギャップを確保する研究開発が進められている。

【0004】非画素部でのギャップ制御方法としては、特開昭63-237032号公報に代表されるようなカラーフィルターの着色パターン間に設けられるブラックマトリクスを厚くしスペーサとする方法や、特開平7-325298号公報に代表されるような感光性フィルムを用いた方法が知られている。

【0005】更には、非画素領域にのみスペーサビーズを散布する方法として、特開平9-61828号公報に代表されるようなインクジェット方式による散布方法が知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のスペーサビーズの散布方式では、スペーサビーズの数の制御及び分散性の制御は可能であるが、図3に示すように画素部と非画素部の区別なしに散布されており、散布位置の制御ができないという課題がある。これにより、例えば図4に示すようにノーマリークローズの際の画素部の電圧-透過率特性において、ビーズの無い部分では暗状態になるものの、ビーズを含む領域では暗状態でのビーズの光漏れが生じコントラストの低下を招いている。特に、今後、高精細化が進んだ場合には1画素内に占めるスペーサビーズの割合が著しく増加するためスペーサビーズ周辺の表示不良は大きな課題となる。

【0007】一方、非画素部にフィルム等でスペーサを設ける方法は、ギャップ制御、特に面内での高さバラツキ等の信頼性は勿論のこと、製造の信頼性や製造工程の増加等の課題を有している。

【0008】また、インクジェット方式による散布方法は非画素領域に選択的に散布できる利点を有する。しかし、その散布位置精度はインクジェット装置の解像度に依存し、現行のインクジェット装置では数 μm の散布領域には対応できない。今後、高精細化を図り散布位置精度を向上させるためには、インクジェット装置の高精度化が必要となり製造コストが増加するため、液晶表示装置が高価格化してしまう問題を有する。

【0009】本発明の目的は上記のような課題を解決し、またスペーサビーズによる表示不良や配向不良を防止し、コントラスト低下の無い鮮明な表示が可能な液晶

表示装置を提供することにある。本発明の他の目的は容易に挟ギャップ化を図り、高速応答化が可能な液晶表示装置を提供することにある。

〔0010〕

〔課題を解決するための手段〕本発明によれば少なくとも一方が透明である一対の基板と、その一対の基板が挟持した液晶層と、一対の基板の少なくとも一方の基板に形成され、液晶層に電界を印加するための電極群と、液晶層の配向制御を行う配向膜と、液晶層の間隔を制御するスペーサを有し、液晶層の分子配向状態に応じて光学特性を変える光学手段とからなる液晶表示装置において、使用する前記スペーサの直径が液晶層の間隔より大きく、且つスペーサが非画像領域である遮光部に設けられた凹部にのみ固定されることを特徴とする。更に凹部は、曲率を有した凹部であることを特徴とし、凹部は光及び熱硬化型樹脂膜を用い、フォトリソグラフィ工程により形成されたことを特徴とする。更に凹部にスペーサを固定する手段として、基板全面にスペーサを散布したのち機械的振動、静電気力、風力若しくは液体の表面張力を用いることを特徴とする。

〔0011〕本発明によれば非画像領域のみにスペーサを散布、固定できることから光漏れの無い高コントラストが実現でき、且つスペーサの移動が無いことから高信頼性が確保できる。更には、使用するスペーサの粒径が液晶層の間隔より大きなものを使用できるため、挟ギャップ化が容易となり高速応答が可能となる。これは、粒径の小さいスペーサは粒径の精度を確保するのが難しい点、分散性が悪く塊が出来やすい点、製造コストが増加する等の課題があり、粒径の大きいスペーサを使用することでこれらの点を解消できることによる。また、スペーサを固着できることから配向膜形成をスペーサ散布の前後で可能となる。

〔0012〕

〔発明の実施の形態〕以下、本発明の実施例を図を用いて具体的に説明する。

〔0013〕本発明は、表示モード例えば透過型のTN方式（Twisted Nematic mode）、STN方式（Super Twisted Nematic mode）、横電界方式（Inplane switching mode）や反射型などの方式にも適応でき、本実施例に

限定されるものではない。

〔実施例1〕図1は、本発明の実施例の一具体例である横電界方式の液晶パネルの断面構造の概略図を示す。

〔0014〕構成は下側から透明な基板11上に、各画素を駆動するためのTFT10（Thin Film Transistor）及び櫛歯状の電極群である画素電極9及び共通電極が形成され、その上部にPAS膜8及び配向を制御するための配向膜7が形成されている。ここで便宜上、これらをTFT基板と称する。前記基板11には今回ガラスを用いたが、プラスチックフィルムでも良い。図中では

割愛したが、TFT10は画素電極、走査信号電極及び映像信号電極から構成される。また、配向膜7にはポリイミド系の材料を用い、ラビングにより配向性を持たせた。一方、上側基板は同様に透明な基板1上にカラーフィルタ3（3a、3b、3c）が形成され、光の混色を抑えるためカラーフィルタ3の周囲にはブラックマトリクス2が形成されている。カラーフィルタ3及びブラックマトリクス2の上部（図では下方）に凹部を有するOC膜4が形成され更にその上部に配向膜5が形成されラビングにより配向制御されている。ここで便宜上、これらをカラーフィルタ基板と称する。スペーサ6が固定されたカラーフィルタ基板とTFT基板を熱硬化型の接着剤により貼り合わせ、基板間に液晶を注入することで液晶層12を形成し、紫外線硬化剤により封止することで図1のパネルは構成される。尚、液晶表示装置としては図中には示していないが上下の偏光板や各画素を駆動するLSI及び電源、コントローラ、光学系が搭載される。

〔0015〕凹部を持つOC膜4の形成方法は、例えば光感光性を有する樹脂剤（カルドポリマー等）をスピンコートで1 μ m～5 μ m程度の厚さに一様に塗布する。これをホットプレート等でプリベークし、ブラックマトリクス2の形状に合わせて製造した露光マスクを介し全面UV露光する。これを例えばアルカリ溶液で現像したのち、ポストベークを行うことで形成した。本実施例では感光性樹脂材料を塗布して用いたが、フィルム状に形成したものを張り付けても同様に形成できる。尚、OC膜4の凹部の幅は、ブラックマトリクス2の幅以下であることが重要であり、本実施例では5 μ mとした。また、OC膜4の膜厚を2 μ mとし、凹部の深さを1 μ mとした。

〔0016〕スペーサ6をOC膜の凹部に固着する方法としては、例えばカラーフィルタ基板に、純水等を一面に散布したのち乾燥させる。ドライベイズ分散機を用いスペーサ6を一面に分散する。OC膜4の凹部には曲率rが設けられているため若干の水分が残留する。このため、スペーサ6は凹部のみ強く固定されることになり、その後の機械的振動（超音波等）、風圧（窒素ブロー等）、静電気力（反発及び吸着）等を基板にあたえることで、固定されていないスペーサ6を除去でき、非画像領域のみにスペーサ6を固定できる。静電気力を利用する方法としては、例えば基板表面をスペーサ6が有する帯電極性とは逆の極性で一様に帯電する。このときOC膜4の凹部と基板表面には段差があるため電位が生じる。この電位による吸引力を利用してOC膜4の凹部に付着させることができる。本方式でスペーサ6を分散、固定した概略図を図2示す。画素部であるRGBのカラーフィルタ3には、スペーサ6が分散されていない。これにより、スペーサ6による光漏れ等を抑えることがで

き、黒表示での光透過率が低下したことでコントラスト比300の高コントラストな液晶表示装置が実現できた。

【0017】また、本実施例ではスペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用し、完成した液晶パネルの液晶層12の間隔（セルギャップ）は3 μ mとなった。液晶層12の厚さdとスペーサビーズ6の粒子径rにはd<rの関係があり、液晶層12の間隔より大きなスペーサビーズ6を使用できるため製造マージンが格段に広がった。これは、粒径の小さいスペーサビーズは粒径の精度を確保するのが難しい点、分散性が悪く塊が出来やすい点、製造コストが増加する等の課題があり、粒径の大きいスペーサビーズを使用することでこれらの点を解消できるためである。また、スペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用して、液晶層12の間隔を3 μ mと容易に狭くできるため応答時間50msの高速応答が可能となった。これは、従来方式では4 μ mのスペーサビーズを使用すると液晶層の間隔も4 μ mとなり応答時間も遅くなるからである。

【0018】図5に、もう一つのスペーサビーズ6の分散方法を示す。本例はOC膜4の凹部に、スペーサビーズ6を分散する例である。

【0019】インクジェットプリンタと同様な構成の散布装置13は、マルチの散布ノズル14を有し、スペーサビーズ6を分散した分散液が収容されている。分散装置13は、図中では割愛したが分散液に、電気的あるいは熱的若しくは機械的圧力を加えることにより散布ノズル14より液滴15を吐出させる。位置制御信号により移動する装置13は、液滴15の制御信号に応じて液滴15を吐出し、OC膜4の凹部にスペーサビーズ6を散布する。この時スペーサビーズ6の散布位置が多少ずれても、分散液の表面張力によりOC膜4の凹部に引き寄せられ固定されるため、散布装置13の散布精度のマージンを拡大できる。液滴15は、例えば散布ノズル14に微細電極加工を施し、この電極に高電圧パルス印加することで静電反発力で吐出できる。また、散布ノズル14内部に圧電素子等を設ける方法や微小電極の発熱による液滴15の熱膨張を利用する方法も適応できる。尚、スペーサビーズ6の分散液にはイソプロピルアルコールや純水等、スペーサビーズ6に化学的影響のないものであれば使用可能である。尚、スペーサビーズ6には固着剤をコートしてあり、熱的に溶解し固着した。本実施例では、固着剤に熱可塑性ポリマーを使用した。光反応性のポリマーも適応できる。

【0020】〔実施例2〕図6に、本発明の液晶表示装置のもう一つの実施例を示す。本実施例の表示モードは横電界（IPS）方式への適用例を示すが、本発明はどの表示モードにも適応できる。図6は、本実施例の断面構造の概略図であり、構成は下側から透明な基板11上に各画素を駆動するためのTFT10（Thin Film Transistor）及び櫛歯状の電極群である画素電極9が形成さ

れ、その上部にPAS膜8及び配向を制御するための配向膜7が形成されている。ここで便宜上、これらをTFT基板と称する。基板11には今回ガラスを用いたが、プラスチックフィルムでも良い。図中では割愛したが、TFT10は画素電極、走査信号電極及び映像信号電極から構成される。また、配向膜7にはポリイミド系の材料を用い、ラビングにより配向性を持たせた。一方、上側基板は同様に透明な基板1上にカラーフィルタ3が形成され、光の混色を抑えるためカラーフィルタ3の周囲にはブラックマトリクス2が形成されている。ブラックマトリクス2にはスペーサビーズ6を固着させるための凹部が設けてある。ブラックマトリクス2の凹部の幅は、ブラックマトリクス2の幅以下であることが重要であり、本実施例では5 μ mとした。また、凹部の深さを1 μ mとした。ブラックマトリクス2の上部に配向膜5が形成されラビングにより配向制御されている。ここで便宜上、これらをカラーフィルタ基板と称する。スペーサビーズ6が固定されたカラーフィルタ基板とTFT基板を熱硬化型の接着剤により貼り合わせ、基板間に液晶を注入することで液晶層12を形成し、紫外線硬化剤により封止することで図6のパネルは構成される。尚、液晶表示装置としては図中には示していないが上下の偏光板や各画素を駆動するLSI及び電源、コントローラ、光学系が搭載される。

【0021】本実施例でも、スペーサビーズ6をブラックマトリクス2の凹部のみに分散し固定する方法は、実施例1に示す方法を用いた。本実施例の液晶表示装置でも、スペーサビーズ6による光漏れ等を抑えることができ、コントラスト比300の高コントラストの液晶表示装置が実現できた。また、本実施例ではスペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用し、完成した液晶パネルの前記液晶層12の間隔（セルギャップ）は3 μ mとなった。液晶層12の厚さdと前記スペーサビーズ6の粒子径rにはd<rの関係があり、液晶層12の間隔より大きなスペーサビーズ6を使用できるため製造マージンが格段に広がった。これは、粒径の小さいスペーサビーズは粒径の精度を確保するのが難しい点、分散性が悪く塊が出来やすい点、製造コストが増加する等の課題があり、粒径の大きいスペーサビーズを使用することでこれらの点を解消できるためである。また、スペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用して、液晶層12の間隔を3 μ mと容易に狭くできるため応答時間50msの高速応答が可能となった。

【0022】〔実施例3〕図7に、本発明の液晶表示装置のもう一つの実施例を示す。図7は、本実施例の断面構造の概略図であり、構成は下側から透明な基板11上に各画素を駆動するためのTFT10（Thin Film Transistor）及び櫛歯状の電極群である画素電極9が形成され、その上部にPAS膜8及び配向を制御するための配

向膜7が形成されている。ここで便宜上、これらをTFT基板と称する。基板11には今回ガラスを用いたが、プラスチックフィルムでも良い。図中では割愛したが、TFT10は画素電極、走査信号電極及び映像信号電極から構成される。また、配向膜7にはポリイミド系の材料を用い、ラビングにより配向性を持たせた。一方、上側基板は同様に透明な基板1上にカラーフィルタ3が形成され、光の混色を抑えるためカラーフィルタ3の周囲にはブラックマトリクス2が形成されている。ブラックマトリクス2はカラーフィルタ3の膜厚より薄く形成する。これにより、非画像部であるブラックマトリクス2上に凹部を形成できる。ブラックマトリクス2上に凹部の幅は、ブラックマトリクス2の幅と同じ20 μ mとした。また、凹部の深さを1 μ mとした。ブラックマトリクス2の上部に配向膜5が形成されラビングにより配向制御されている。ここで便宜上、これらをカラーフィルタ基板と称する。ブラックマトリクス2上の凹部にスペーサ

【0023】本実施例でも、スペーサビーズ6をブラックマトリクス2の凹部のみに分散し固定する方法は、実施例1及び2に示す方法を用いた。本実施例の液晶表示装置でも、スペーサビーズ6による光漏れ等を抑えることができ、コントラスト比300の高コントラストの液晶表示装置が実現できた。また、本実施例ではスペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用し、完成した液晶パネルの液晶層12の間隔（セルギャップ）は3 μ mとなった。液晶層12の厚さdとスペーサビーズ6の粒子径rには $d < r$ の関係があり、液晶層12の間隔より大きなスペーサビーズ6を使用できるため製造マージンが格段に広がった。これは、粒径の小さいスペーサビーズは粒径の精度を確保するのが難しい点、分散性が悪く塊が出来やすい点、製造コストが増加する等の課題があり、粒径の大きいスペーサビーズを使用することでこれらの点を解消できるためである。また、スペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用して、液晶層12の間隔を3 μ mと容易に狭くできるため応答時間50msの高速応答が可能となった。

【0024】【実施例4】図8に、本発明の液晶表示装置のもう一つの実施例を示す。図8は、本実施例の断面構造の概略図であり、構成としては実施例1～3に準ずる。実施例1～3と異なる点は、液晶層12の配向を規制する配向膜5をスペーサビーズ6の固着後に形成した点である。スペーサビーズ6は固着されているため、配向膜5の形成過程や配向処理を行うラビング工程でも欠

落することがない。スペーサビーズ6による配向不良（ラビング布の蛇行等による。）は、ラビング方向を考慮し画素領域に掛からないよう凹部を設けることで解消できる。本例では、ラビング方向を105°としたため、TFT10が形成されている左下の部分の遮光部に設けた凹部に前記スペーサビーズ6が固着されるような構成とした。凹部の幅は5 μ mとし深さを1 μ mとした。

【0025】本実施例の液晶表示装置でも、スペーサビーズ6による光漏れ等を抑えることができ、コントラスト比300の高コントラストの液晶表示装置が実現できた。また、本実施例ではスペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用し、完成した液晶パネルの液晶層12の間隔（セルギャップ）は3 μ mとなった。液晶層12の厚さdとスペーサビーズ6の粒子径rには $d < r$ の関係があり、液晶層12の間隔より大きなスペーサビーズ6を使用できるため製造マージンが格段に広がった。これは、粒径の小さいスペーサビーズは粒径の精度を確保するのが難しい点、分散性が悪く塊が出来やすい点、製造コストが増加する等の課題があり、粒径の大きいスペーサビーズを使用することでこれらの点を解消できるためである。また、スペーサビーズ6に粒径4 μ mのものを使用して、液晶層12の間隔を3 μ mと容易に狭くできるため応答時間50msの高速応答が可能となった。

【0026】尚、本実施例では横電界方式について記したが、構造は変わるもののカラーフィルタ基板に遮光部を有するTN方式やSTN方式、更には反射型にも適用可能である。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、ブラックマトリクスの非画素領域のみにスペーサを散布できるため、スペーサによる光漏れや配向不良が解消でき高コントラストが得られる。更には、挟ギャップ化が容易に可能であるため高速応答化が実現できる。また、スペーサの移動を抑えることにより信頼性の向上が図れ、鮮明な液晶表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の一具体例を示す液晶表示装置の断面構造の概略図である。

【図2】本発明の実施例の一具体例を示す液晶表示装置の正面の概略図である。

【図3】従来のスペーサの散布状態を示す液晶表示装置の断面構造の概略図である。

【図4】液晶表示装置の表示特性の電圧-透過率特性を示す特性図である。

【図5】本発明の散布方法の一具体例を示す概略図である。

【図6】本発明の実施例のもう一つ具体例を示す液晶表示装置の断面構造の概略図である。

【図7】本発明の実施例のもう一つ具体例を示す液晶表

示装置の断面構造の概略図である。

【図8】本発明の実施例のもう一つ具体例を示す液晶表示装置の断面構造の概略図である。

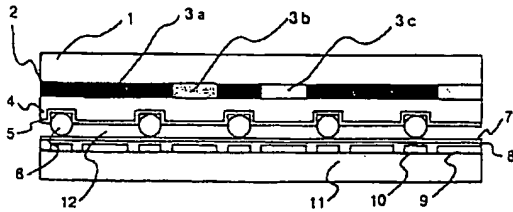
【符号の説明】

1, 11…基板、2…ブラックマトリクス、3…カラー*

*フィルタ、4…OC膜、5, 7…配向膜、6…スペーサビーズ、8…PAS膜、9…画素電極、10…TFT、12…液晶層、13…散布装置、14…散布ノズル、15…液滴。

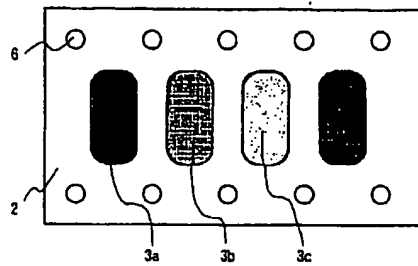
【図1】

図 1



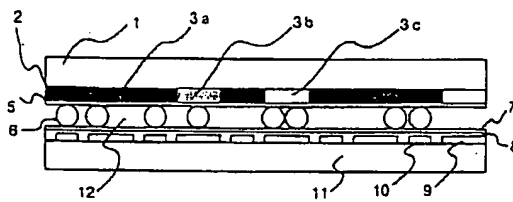
【図2】

図 2



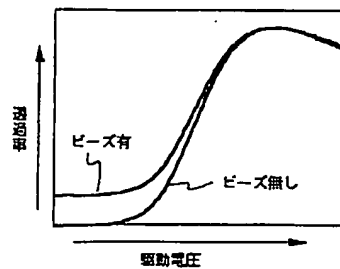
【図3】

図 3



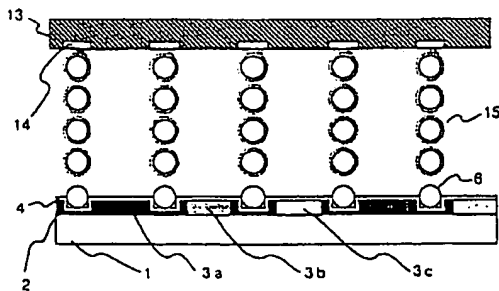
【図4】

図 4



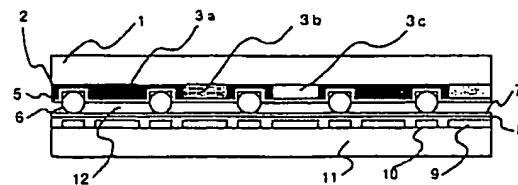
【図5】

図 5



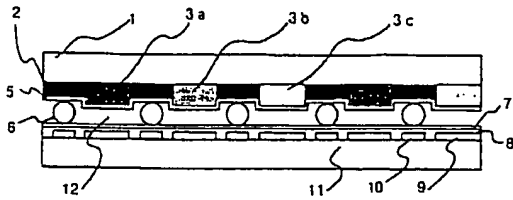
【図6】

図 6



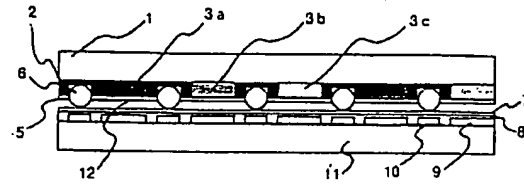
〔図7〕

図 7



〔図8〕

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 阿部 英俊
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 富岡 安
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 近藤 克己
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
Fターム(参考) 2H089 LA07 LA12 LA20 NA09 QA05
QA15
2H091 FA35Y GA06 GA08 LA03
LA17